

Method for synchronizing radio terminal, and associated radio terminal

Patent number: CN1311566
Publication date: 2001-09-05
Inventor: BOQUER JEAN-FRANCIS (FR); KARKLY BENOT DER (FR); ALOJIU GAVILL S (FR)
Applicant: CIT ALCATEL (FR)
Classification:
 - international: H04B1/69; H04B7/26
 - european: H04B1/707A1A; H04B1/707A7; H04B1/707A11; H04B1/707A15; H04L7/04B1
Application number: CN20010108903 20010228
Priority number(s): EP20000440066 20000303

Also published as:

EP1130793 (A1)
 US2001040884 (A1)
 JP2001298404 (A)

Report a data error here

Abstract not available for CN1311566

Abstract of corresponding document: **EP1130793**

The invention relates to a method for synchronizing a radio terminal in a radio-communication network with a received signal flow comprising a predefined synchronization sequence repeated at predefined time intervals. According to the invention, the method consists in generating correlation profiles at the radio terminal by correlating a part of said signal flow with the synchronization sequence to reveal correlation peaks and accumulating as many correlation profiles as necessary, until a threshold level is reached by at least the largest correlation peak. The threshold level is updated, during the accumulation, depending on a background noise level estimated in the signal flow to dynamically determine if the synchronization sequence has been detected at the radio terminal.

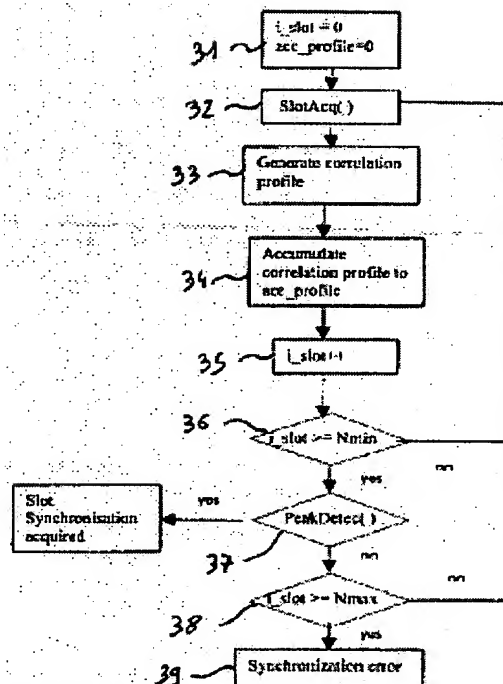


Fig 3

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H04B 1/69

H04B 7/26

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01108903.2

[43]公开日 2001年9月5日

[11]公开号 CN 1311566A

[22]申请日 2001.2.28 [21]申请号 01108903.2

[30]优先权

[32]2000.3.3 [33]EP [31]00440066.9

[71]申请人 阿尔卡塔尔公司

地址 法国巴黎

[72]发明人 让-弗朗西斯·鲍奎尔

本诺特·德·卡克雷

加维尔·S·阿劳久 艾利·贝詹尼

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

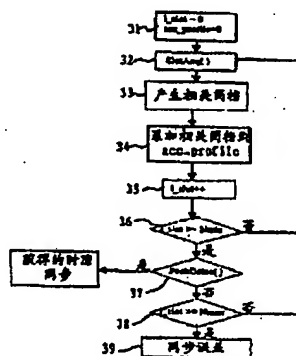
代理人 马 浩

权利要求书2页 说明书9页 附图页数2页

[54]发明名称 使无线电终端同步的方法和相应的无线电终端

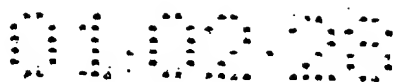
[57]摘要

本发明涉及一种用于同步无线电通信网中的一个无线电终端与包括在预定时间间隔上重复的预定同步序列的一个所接收信号流的方法。根据本发明,该方法是在无线电终端上通过相关所述信号流的一部分和同步序列产生一个相关波形以反映相关峰值,和根据需要尽可能多地累加相关波形,直到至少最大相关峰值达到阈值电平。在累加过程中,根据在信号流中估计的背景噪声电平更新阈值电平以动态地确定在无线电终端上是否已经检测到同步序列。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版



权 利 要 求 书

1. 一种用于同步无线电通信网中的一个无线电终端与所接收信号流的方法，所述信号流包括在预定时间间隔上在所述信号流中重复的预定同步序列，所述方法包括步骤：

- 在无线电终端上通过相关所述信号流的一部分和所述同步序列产生一个相关波形以反映相关峰值，该峰值表示所述同步序列在信号流的所述部分中的位置；

所述方法的特征在于还包括步骤：

- 根据需要尽可能多地累加相关波形，直到至少最大相关峰值达到阈值电平，使用所述信号流的不同部分获取所述相关波形，和

- 在累加过程中，根据在所述信号流中估计的背景噪声电平更新所述阈值电平。

2. 根据权利要求 1 的方法，特征在于所述信号流支持一种时隙结构，所述同步序列位于所述时隙中的预定位置上，所述信号流的所述部分开始于时隙的相同位置，并且至少与所述同步序列一样大小，所述累加是相加所述相关波形以执行一个非相干平均。

3. 根据权利要求 1 或 2 的方法，特征在于所述背景噪声电平与表示在所述已累加相关波形中相关峰值能量的一个数值相对应，最大峰值的能量被从所述数值中排除。

4. 根据权利要求 3 的方法，特征在于所述背景噪声电平对应于在所述已累加的相关波形中相关峰值能量的平均值 E_{mean} ，所述最大相关峰值的能量 E_{max} 被从所述平均值中排除，所述阈值电平被计算为以 dB 为单位的固定值 R_{ref} 和以 dB 为单位的所述背景噪声电平 E_{mean} 之和，该方法是如果 $E_{max}(dB) > E_{mean}(dB) + R_{ref}(dB)$ 则停止累加。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一权利要求的方法，特征在于当已经累加超过预先定义的相关波形的预定最大值 N_{max} 时停止累加。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一权利要求的方法，特征在于在测试所述最大相关峰值是否已经达到所述阈值电平之前，固定将被累加的

01.02.28

相关波形的预定最小数目 N_{\min} 。

7. 一种作为无线电通信网络一部分的无线电终端，包括：

一个内部时钟；

一个匹配滤波器，用于生成所接收信号的一部分与一个已知同步序列的相关波形；

一个累加器，用于累加相关波形；

特征在于它还包括：

用于根据在被相关的所述信号流部分中估计的背景噪声电平更新阈值电平的装置。

8. 估计权利要求 7 的无线电终端，特征在于它还包括一个存储器，用于寄存最大值和最小值 N_{\max} 和 N_{\min} 。



说明书

使无线电终端同步的方法 和相应的无线电终端

本发明涉及用于无线电通信网络的无线电终端的一种同步捕获方案。

在下面的描述中，无线电通信网络可以是第二代移动通信网络，例如 IS-95 或者 GSM，以及基于码分多址（CDMA）的第三代蜂窝移动无线电通信网络，例如 UMTS，或者无线电终端在与网络建立通信之前必须捕获同步的其它所有无线电通信网络。

捕获的问题可以被看成及时同步无线电终端时钟和基站时钟的尝试。

在下述说明中将假设无线电终端在开始任何一个通信进程之前首先试图同步。这个过程被称为时隙同步。本发明并不仅仅考虑时隙同步，还可以扩展到帧同步或者其它类似的应用。

在蜂窝移动无线电通信网络中，当一个无线电终端开机时，它必须在多个周围基站之中找到提供最强信号功率的一个基站，并且在开始通信之前捕获其同步。蜂窝移动无线电通信网络中的每个基站负责在发送信号流中提供同步序列，以便无线电终端能够从所接收的信号流中捕获最合适的基站的同步。图 1 表示基站的发射部分，说明如何将同步序列包括在所发射的信号流中。在这个例子中图示一种 IQ 信号调制和扩频，然而本发明并不仅限于这种框架。

基站的发射部分包括复用器 11、扰频器 12、加法器 13、脉冲滤波器 14、本地振荡器 15 和调制器 16。复用器 11 多路复用多条信道 CH1、……、CH_n。复用器 11 的输出被复制并在两个平行路径 I 和 Q 上传输。在路径 I 以及路径 Q 上，复用器 11 的输出被连接到扰频器 12，在加法器 13 上添加一个预先定义的数值，然后提供给脉冲滤波器 14。在调制器 16 上在路径 I 上使用由本地振荡器 15 提供的信号和在路径



Q 上使用由振荡器 15 提供并被相移 $\pi/2$ 的信号调制脉冲滤波器 14 的输出。路径 I 和路径 Q 上所述调制器 16 的输出被相加并在无线电信道上被发送。在路径 I 上加法器 13 上定期添加预先定义的数值 C_p 以建立一种时隙结构。

图 2 图示一个时间轴，表示由路径 I 和路径 Q 同时支持的时隙结构。路径 I 上的每个时隙具有一个持续时间 T_s 并在每个时隙中的相同位置上包括预先定义的同步序列 C_p ，称作同步序列。同步序列最好在时隙的开始，并具有比整个时隙持续时间短的持续时间 SYNC。例如在当前的 UMTS 标准中，时隙持续时间等于码片周期的 2560 倍，而同步序列持续时间等于码片周期的 256 倍。路径 Q 上的每个时隙包括一个预先定义的数值 C_{si} 。假设一帧包括 M 个时隙，定义 M 个数值 C_{si} ， $1 \leq i \leq M$ ，并被连续包括在构成一帧的 M 个时隙中每个时隙的相同位置上。预先定义的数值 C_{si} 最好位于路径 Q 上时隙的开始，并具有和同步序列 C_p 相同的持续时间 SYNC。

预先定义的同步序列 C_p 可以是长度为 256 的 Gold 序列。

另外，预先定义的同步序列 C_p 也可以使用“用于主同步编码具有好的相关特性和低的检测器复杂性的一种新的相关序列”，Tdoc SMG2 UMTS L1 427/98 介绍了分层序列的概念。这种同步序列在相关中具有计算重复特性。使用分层序列的相关计算引入了在相关过程中可以被频繁重复使用的中间值。同步序列 C_p 还可以是在“使用消除因子 Golay 相关器的具有低复杂性相关的用于 PSC 的通用分层 Golay 序列”3G TS 25.101 v3.1.0 (1999-12) 中所描述的一个序列。仅为了说明性目的而引用上述同步序列，本发明并不依赖于所用的同步序列。

在无线电终端上初始同步过程通常包括下述三个步骤：

步骤 1：时隙（码片）同步。无线电终端使用 I 路径以获取与最强基站的时隙（码片）同步。

步骤 2：帧同步和子群识别。这个步骤允许确定在步骤 1 中所检测的时隙在帧中的位置。为了这个目的，无线电终端使用路径 Q。

步骤 3: 基站识别。无线电终端最终确定标识最强基站的扰频码。

通过逐时隙地使用与每个基站重复发射的预先定义的同步序列 C_p 相匹配的一个滤波器在无线电终端上实现时隙同步。实际上, 对于在无线电终端上接收的并具有一个时隙的持续时间的信号流的每一部分, 同步序列都出现在信号流的这一部分中。因为无线电终端并不具有同步序列精确位置的任何现有信息, 无线电终端必须执行多个相关以检测同步序列的开始。假设一个时隙包含 N 个码片和抽样系数等于 1, 相关波形 P 最好由与同步序列一样大小的一部分信号与同步序列自身的 N 个相关结果 $P(1), \dots, P(N)$ 组成。为每一个连续的相关将所考虑的信号部分移位一个码片周期, 更一般地说, 移位它的一个抽样。

移位 k 个码片周期的信号流部分 (假设抽样系数为 1) 和预先定义的同步序列 C_p 的相关结果 $P(k)$ 由下式给出:

$$P(k) = \sum_{i=0}^{n-1} C_p(i)r(i+k)$$

其中 $r(t)$ 是在时间 t 上接收到的信号流, $k=1, 2, \dots, N$, n 等于序列 C_p 的大小。

如果抽样系数大于 1, 例如 2 或者 4, 为了生成一个相关波形要执行的相关次数最好等于 $N \times$ 抽样系数。

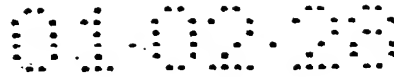
相关波形反映对于位于无线电终端周围的每个基站的相关峰值。最高峰值位置的检测给出在无线电终端上提供最强信号功率的基站的定时。在无线电终端上的同步捕获还在于比较最强峰值和一个阈值。

已知的解决方案是:

- 根据可变数目的时隙计算峰值和比较最强峰值和固定阈值; 或
- 根据固定数目的时隙非相干地计算峰值和比较最强峰值和可变阈值。

这两种解决方案导致无线电终端上大量计算时间和能量的消耗。

在 WO-9731428 中所述的方法包括由基站生成多个用户信道、一个相邻信道和一个空信道。每个信道使用一个不同的 pn 编码和这些信道被应用于一个发射机。多个用户接收信号, 使用它们指定的 pn 编码



解扩信号和测量所接收信号的电平。当第二 pn 编码的相位被设置与邻近信道相对应以获取同步时使用所获取的接收信号电平。

这个文献并未公开一种优化实现同步所需时隙数的方法。

EP-852430 中所述的方法包括在基站的控制信道中接收一个控制信号，仅用特定的短码扩频在每个长码周期中的一部分控制信号，并用一个合成扩频码序列扩频控制信号的其它部分。控制信号与特定的短码相关以生成一个相关信号。根据相关信号确定控制信号的长码同步定时。检测控制信号和合成扩频码序列片段的相关性，从不同的长码和特定的短码合成出合成扩频码序列。每个片段从一个相应合成扩频码序列的一部分中提取出，开始于提取第一片段的第一合成扩频码序列的第一位置，并且在连续的合成扩频码序列中，开始于被移位一个所设置移位量的每个连续合成扩频码中的一个位置，在该位置上前一片段被从前一合成扩频码序列中提取。所设置的移位量小于每个片段的长度，控制信号和每个片段用长码同步定时进行同步。根据相关信号的电功率级别，不同的长码合成与控制信号对应的所标识的一个合成扩频码序列。

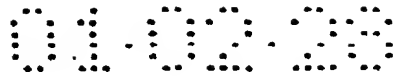
这个现有技术并未公开用于优化处理的装置。

在 US-5570349 中所述的方法包括在基站测量每个手机的时基误差。时基校正信息被从基站发送到每个手机。从而控制每个手机操作的定时。

测量声音信号的功率。使用手机到基站链路的瞬时功率控制执行手机发射功率补偿以避免信号干扰。

这些解决方案最大的缺点在于确定时隙数以获取可靠同步的方式。当时隙数太多，执行大量不必要的计算。相反，当时隙数太少时，捕获错误同步的可能性增加。在这样一种情况下，移动终端将执行以低可靠性跟随同步的程序，所以将很可能需要重新启动整个同步进程。在大量时隙上累加匹配滤波器输出并不保证最强基站的可靠估计。

本发明的一个具体目标是在捕获同步时优化蜂窝移动无线电通信网络无线电终端的功耗。



通过用于同步无线电通信网中的一个无线电终端与包括在预定时间间隔上重复的预定同步序列的所接收信号流的一种方法实现这个目标。该方法包括步骤:

- 在无线电终端上通过相关一部分信号流和同步序列产生一个相关波形以反映相关峰值;

- 根据需要尽可能多地累加相关波形, 直到至少最大相关峰值达到阈值电平; 和

- 在累加过程中, 根据在信号流中估计的背景噪声电平更新阈值电平以动态地确定在无线电终端上是否已经检测到同步序列。

因此, 本发明在于累加可变数量的相关波形和比较最大相关峰值和可变阈值电平, 并考虑每次更新另一个相关波形。

当从相关波形中删除至少最强峰值能量时背景噪声电平对应于所累加的能量。进行累加直到最强峰值达到一个最佳阈值电平。

本发明的优点在于降低小区搜索时间, 从而降低无线电终端上的能量消耗。而且, 这个技术可以被用于准备软越区切换。

依据检测概率, 根据所需质量定义最佳阈值, 而不对累加次数进行限制。与通常所用的小区搜索技术相比, 本发明在可变传播信道情况下更加强壮, 并降低了用于获取可靠同步的平均时间。

本发明还涉及一种包括支持根据本发明方法的装置的无线电终端。

当结合附图阅读下述详细说明, 本发明的其它特点和优点将变得更加明显, 在附图中:

- 图 1 是蜂窝移动无线电通信网的基站的方框图;

- 图 2 表示路径 I 和 Q 上的信道结构;

- 图 3 是实现根据本发明的方法的流程图;

- 图 4 是支持本发明的一个无线电终端的一种实施例的方框图。

图 1 和图 2 已经结合现有技术被说明。在下述说明中假设无线电终端接收一个信号, 该信号具有在已经描述的图 2 中所示的信号特性。

图 3 表示根据本发明的方法的一种实施的流程图。

这个流程图对应于在无线电通信网的移动终端上处理的时隙同步捕获。所述的时隙同步捕获可以是 UMTS 同步算法的一部分。然而，本发明并不仅限于这种应用。本发明包括下述步骤：

- 步骤 31: 将时隙计数器 i_slot 和变量 $acc_profile$ 初始化为零。
- 步骤 32: 捕获一个信号部分，其持续时间等于预先定义的时隙周期。
- 步骤 33: 通过在所有时隙过程中相关所捕获信号部分和预定的同步序列生成一个相关波形。
- 步骤 34: 使用变量 $acc_profile$ 的值累加步骤 33 的相关波形。
- 步骤 35: 递增时隙计数器 i_slot 。
- 步骤 36: 比较时隙计数器 i_slot 是否小于一个预先定义的最大数 N_{min} 。如果是则执行步骤 32。如果不是则执行步骤 37。
- 步骤 37: 为已经累加的相关波形执行程序 $Peak_detect()$ 。如果该程序的结果表示已经发现同步，终止同步捕获程序。如果否则执行步骤 38。
- 步骤 38: 比较时隙计数器 i_slot 是否大于一个预先定义的最大数 N_{max} 。如果否，则执行步骤 32。如果是则执行步骤 39。
- 步骤 39: 生成一个同步误差。

根据本发明的方法中，程序 $Peak_detect()$ 可以被总结如下：

- 由用户设置一个固定数值 R_{ref} 。一个 R_{ref} 的可能值是 5dB。
- 对于已经累加的相关波形执行下述测量和计算：
- E_{max} : 所累加相关波形中最大峰值的能量。
 - E_{mean} : 根据所有累加相关波形计算的除最大峰值之外的所有其它峰值的能量的平均值。
 - 计算数值 $R_{est} = E_{max}/E_{mean}$ 。

如果 $R_{est} > R_{ref}$ ，也就是说，如果所有的数值用 dB 表示， $E_{max} > E_{mean} + R_{ref}$ ，最大相关峰值的能量高于动态阈值电平 $E_{mean} + R_{ref}$ ，则最大峰值被视为表示同步序列在步骤 32 中所捕获的信号流部分中的位置，否则，该程序继续。

上述方法考虑在计算第一相关波形之后立即查找最强峰值通常没有意义。相反，应当在进行判决之前计算和累加多个能量波形。变量 $acc_profile$ 表示为多个时隙获得的多个相关波形的累加。这个累加可以被计算为所获得相关波形之和或者被计算为相关波形的平均值。如果考虑平均值和 N_{slot} 等于已经累加的相关波形的数量，变量 $acc_profile$ 等于：

$$acc_profile = \frac{1}{N_{slot}} \sum_{p=0}^{N_{slot}-1} profile(p)$$

其中 $profile(p)$ 是为第 p 个时隙获得的相关波形。

一个重要的问题是确定 N_{slot} 的范围。一个较大的值可能提高该平均值，但它同时增加同步延迟和功率消耗，这对于捕获这一部分是很重要的。有利的是，最大和最小值 N_{max} 和 N_{min} 分别被固定。只要小于 N_{min} 的相关波形被计算，不执行检测。只要 N_{max} 的相关波形被累加，执行步骤 39。如已经指出的，可以认为如果通过 N_{max} 的累加，步骤 37 没有发现同步，没有足够的能量可用于正确地检测同步，一种可能的判决是停止同步处理和生成一个同步误差以随后更好地重试同步处理。换句话说，为了处理从未达到目标值的情况，如在高失真传播的情况下，步骤 39 可以是努力识别所有的可靠路径（如果存在的话）并确保一个预定的识别误差率的另一种路径检测算法。例如，比第一阈值更宽松的第二阈值 R_{min} 被定义，并比较更加强大的峰值和这个第二阈值。可以建议第二阈值 R_{min} 以确保最差质量，而选择第一阈值以确保所需质量。

也可以不仅仅考虑最大相关峰值，可以使用考虑多个峰值的检测器，如在 R.R.Rick 和 L.B.Milstein 所著的“在频率选择衰落信道中捕获扩频信号的最佳判决策略”，1998 年 5 月的 IEEE 通信论文 46 卷 5 期中所介绍的。在这种情况下，通过使用一个长度为 L 的小窗口而不是单个抽样来确定时间同步。它相当于瑞克接收机从而实现更好的同步和执行正确的路径选择。但是在同步部分中使用这个小窗口允许通过考虑更多的能量来执行判决。

在本发明的另一个实施例中，在步骤 32 上获取的所述信号流部分

可以具有与时隙周期不同的持续时间。一种方法可以被用于限制所考虑的信号流的部分信号的持续时间，并因而限制相关波形中的相关数目，该方法使用诸如距离或传播延迟指示，能够更好地定位时隙中同步位置。

所推荐的与本发明相应的自适应算法的一些性能如下所述。为了说明性目的，这种情况假设一个基站以 0dB 的功率发射同步序列。该信号在一个路径瑞利信道中传播。自适应白高斯噪声被添加。无线电终端以 3km/h 的速度移动。还考虑 5000 Hz 的频率误差。首先根据 16 个时隙（1 帧）累加，然后根据 48 个时隙（3 帧）累加计算用于时隙同步的能量波形。用于生成和去相关序列 C_p 的方法是在“用于具有好的相关特性和低检测器复杂性的主同步编码的一种新的相关序列”Tdoc SMG2 UMTS L1 427/98 中所描述的方法。

使用等于 5dB 的参考数值 R_{ref} 应用根据本发明的方法。时隙的最小数目 N_{min} 被固定为 13 时隙，而所允许的时隙的最大数目 N_{max} 是 64 个时隙。在表 1 中报告了对于不同载波噪声比（CNR）所获得的结果。

| | CNR | 误码率 | 累加数目 |
|------|-------|-------|---------|
| 现有技术 | -17dB | 0.120 | 48（固定） |
| 发明 | -17dB | 0.067 | 25（自适应） |
| 现有技术 | -19dB | 0.230 | 48（固定） |
| 发明 | -19dB | 0.110 | 32（自适应） |

表 1

根据表 1 所示的结果，通过使用根据本发明的方法，不仅降低了误码率，而且降低了时隙累加的平均数。这表明通过使用一个自适应阈值而不是固定值能够获得更好的结果。自适应阈值法和传统方法之间在性能上的差别随着 CNR 变高而增加。

图 4 表示支持本发明的无线电通信网络的无线电终端 40 部分的一种实施例的方框图。无线电终端 40 包括一个天线 41、一个内部时钟 42、一个匹配滤波器 43、一个累加器 44 和一个处理器 45。

天线 41 接收最好由无线电通信网络的一个基站发射的信号流。内

部时钟 42 能够确定一个时隙周期，时隙周期是对于无线电通信网络的所有无线电终端和所有基站都相同的一个系统参数。内部时钟 42 最好用作时间单元、码片周期或其抽样。内部时钟 42 向在图 4 中并未出现的信号流捕获器发送控制消息以开始和停止向匹配滤波器 43 传输所接收信号流的一部分。被传输给匹配滤波器 43 的信号流部分最好等于时隙周期。匹配滤波器 43 包括相关器以计算反映相关峰值的相关波形。相关波形在累加器 44 中被累加。累加器 44 最好平均从匹配滤波器 43 连续提供的相关波形。当前的累加相关波形由处理器 45 处理以检测最大相关峰值的能量和其它相关峰值的平均能量，最大相关峰值被从这个平均能量中排除。处理器 45 可以访问包含数值 R_{ref} 的存储器位置，并计算将与相关波形的最大峰值的能量等级相比较的当前阈值电平。当最大峰值的能量大于阈值电平时，处理器 45 还检测同步序列在累加相关波形中的位置，并推断所接收信号流之下的时隙结构。在本发明的优选实施例中，处理器 45 可以访问分别存储有最大和最小数目 N_{min} 和 N_{max} 的存储器位置以指示将由累加器 44 累加的相关波形的最小和最大数目。

也可以同时根据在匹配滤波器 43 中获得的相关波形和所累加的相关波形更新在处理器 45 中计算的阈值电平。例如如果并非每个时隙都包含已知的同步序列，并且如果和时隙一样大小的一部分信号流并不包含同步序列，相关波形可能是平坦的。有利地是，这个平坦的相关波形可以从累加中排除。一种排除相关波形的情况可以根据不同相关峰值能量的标准偏差。如果标准偏差高于预定阈值，相关波形将在累加器 44 上被累加，否则将丢弃该相关波形。

01.02.28

说明书附图

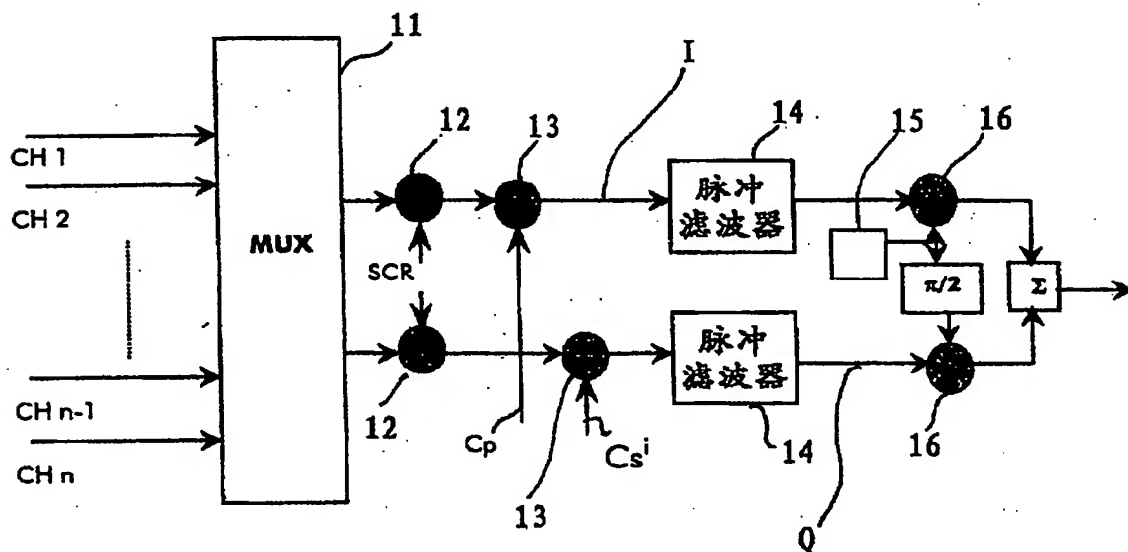


图 1

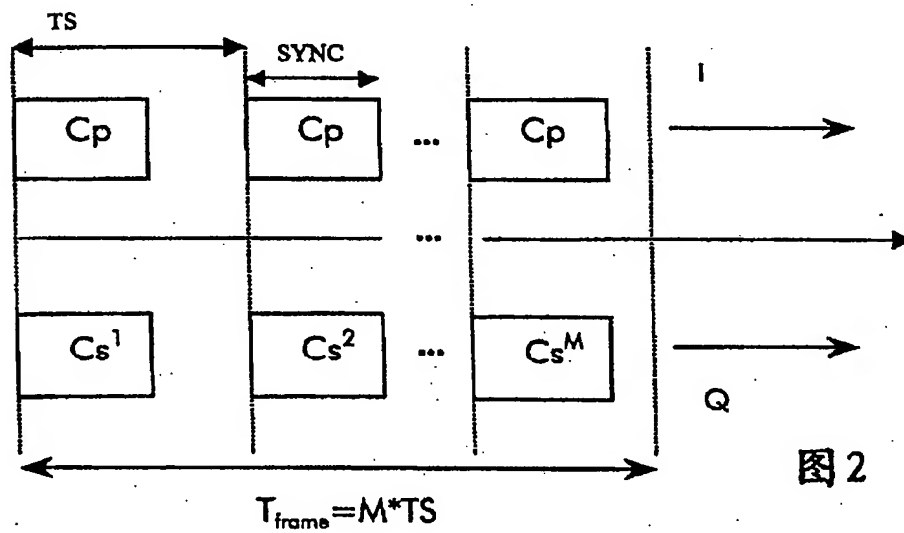


图 2

01.02.28

图 3

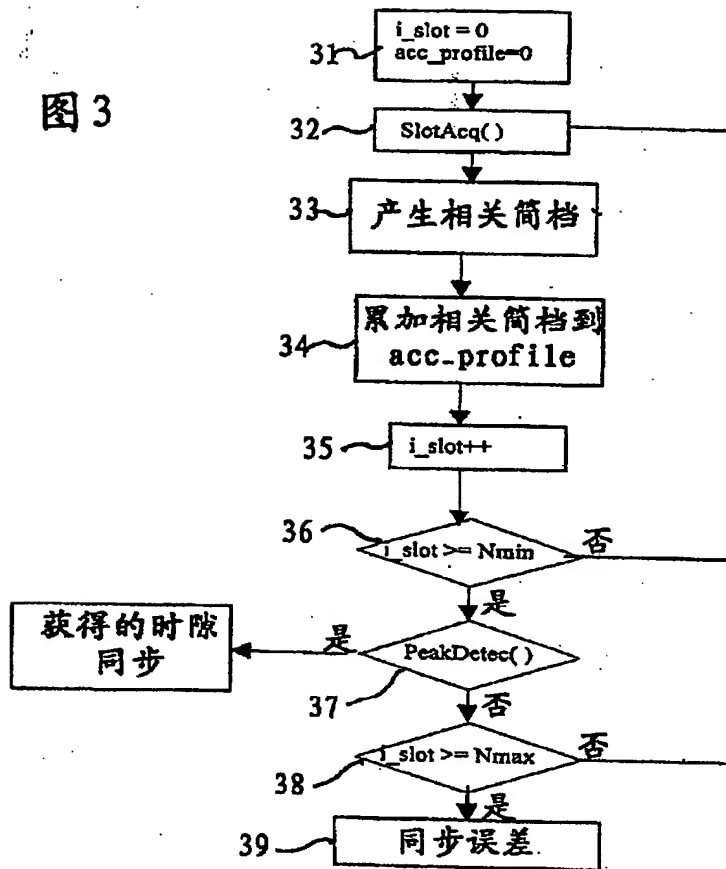


图 4

